



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 43 40 758 A 1

61 Int. Cl.⁸:
C 22 C 38/20

21 Aktenzeichen: P 43 40 758.7
22 Anmeldetag: 30. 11. 93
43 Offenlegungstag: 1. 6. 94

DE 43 40 758 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31
30.11.92 JP P 4-345282

71 Anmelder:
Nippon Piston Ring Co., Ltd., Tokio/Tokyo, JP

74 Vertreter:
Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dipl.-Ing.
Dr.-Ing.; Stockmair, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Ae.E. Cal
Tech; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Jakob,
P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;
Melster, W., Dipl.-Ing.; Hilgers, H., Dipl.-Ing.;
Meyer-Plath, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Ehnold, A.,
Dipl.-Ing.; Schuster, T., Dipl.-Phys.;
Vogelsang-Wanke, H., Dipl.-Chem. Dipl.-Biol.Univ.
Dr.rer.nat.; Goldbach, K., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.;
Aufenanger, M., Dipl.-Ing.; Klitzsch, G., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 80538 München

72 Erfinder:
Kawamura, Osamu, Tochigi, JP; Sato, Toshiaki,
Tochigi, JP; Omiya, Takao, Tochigi, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

64 Synchronring

67 Ein Synchronring mit stabilisierten Reibungseigenschaften
im Hinblick auf einen Konus und mit ausreichender mechanischer
Stärke und Antiverschleißigenschaften ist aus einer
eisenhaltigen, gesinterten Legierung gebildet. Diese enthält
0,2 bis 1,0 Gew.-% Kohlenstoff, 8,0 bis 15,0 Gew.-% Kupfer,
0,1 bis 7,0 Gew.-% wenigstens eines Bestandteils der
folgenden Gruppe gebildet aus Chrom, Mangan, Molybdän
und Phosphor und als Rest Eisen mit unvermeidbaren
Verunreinigungen. Ungebundenes Kupfer ist in einer Matrix
der gesinterten Legierung abgeschieden. Die Porosität der
gesinterten Legierung beträgt zwischen 3 bis 8 Vol.-%.

BEST AVAILABLE COPY

DE 43 40 758 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 04. 94 408 022/439

7/38

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Synchronring und insbesondere einen Synchronring mit ausgezeichneten Reibungseigenschaften und ausreichenden Antiverschleiß- und Haltbarkeitseigenschaften, der stetig eine hohe Qualität aufweist.

Synchronringe werden üblicherweise in synchronisierten Kraftübertragungen vom Zahnkupplungstyp oder Drehzahlwechslern verwendet. Der in Fig. 1 dargestellte Synchronring 1 ist ein Reibungsring zum selektiven, synchronen Gleiten mit und zum Trennen von einem drehenden Gegenbauteil, wie beispielsweise einem Konus. Der Synchronring 1 dient insbesondere zum Anpassen der Umfangsgeschwindigkeiten von drehenden Zahnrädern, um ein Zahnradknirschen bei deren Eingriff zu vermeiden.

Ein üblicher Synchronring 1 ist, wie allgemein bekannt, aus Messing (Kupfer-Zink-Legierung). Er ist zylindrisch mit einer Außenfläche, die einen äußeren Randbereich 105 und eine Vielzahl von Zähnen 100 aufweist. Eine Innenfläche 101 des Synchronrings 1 kontaktiert den Konus. Die Vielzahl von Zähnen 100 ist in einem vorbestimmten Intervall am äußersten Außenumfang des Synchronrings angeordnet. Die Zähne 100 treten mit unterschiedlichen Gegenbauteilen, wie einem nicht dargestellten Zahnring, in Eingriff. Eine Keilnut 104 zum Eingriff eines nicht dargestellten Synchronkeils ist im äußeren Randbereich 105 ausgebildet. Die Innenseite 101 des Synchronrings weist eine Vielzahl von ringförmigen Nuten 102 zum Ausüben einer Reibungskraft auf. Weiterhin sind geradlinige Nuten 103 notwendigerweise orthogonal zu den ringförmigen Nuten 102 angeordnet, durch die ein Schmieröl hindurchtreten kann.

Bekannt, mit der vorangehend beschriebenen Struktur aufgebaute Synchronringe 1 müssen im allgemeinen eine hohe mechanische Stärke und eine hohe Präzision aufweisen. Eine Verbesserung der Kraftübertragungsmöglichkeit und Leistung in den letzten Jahren, hat die Zuverlässigkeit der Synchronringe verbessert. Allerdings sind zusätzlich zur Zuverlässigkeit Kraftübertragungen erforderlich, die beim Fahren eines Fahrzeugs ein luxuriöses oder sportliches Gefühl aufkommen lassen. Um diese Eigenschaften bereitzustellen, muß die Innenfläche 101 des Synchronrings 1 ausgezeichnete Reibungs- und Antiverschleißseigenschaften aufweisen. Dies hat die Anforderungen an die Reibungs- und Antiverschleißseigenschaften der Innenfläche 101 von Synchronringen gesteigert.

Verschiedene Vorschläge sind zu dem Versuch gemacht worden, um die Reibungseigenschaften und die Antiverschleißseigenschaften oder die Abnutzungsrate der Innenfläche der Synchronringe zu verbessern. In der japanischen Patentveröffentlichung (Kokoku) Nr. SHO-46-15043 wird eine gleichförmige Mischung eines Metalls, einer Keramik und einem Oxid beschrieben, die zerstäubt und auf der Innenfläche des Synchronrings aufgesintert wird. In der deutschen Patentschrift Nr. 3705661 wird ein Verfahren zur Herstellung eines Reibungsringes offenbart, wobei dieses Verfahren während der Herstellung des Synchronrings anwendbar ist. Bei diesem Verfahren wird ein Reibungsbelag aus beispielsweise einem gesinterten Pulver aus 80 Gew.-% eines Pulvermetallwerkstoffes und 20 Gew.-% eines nichtmetallischen Pulverwerkstoffes auf die innere Oberfläche flammgespritzt.

Allerdings zeigen die bekannten Synchronringe, die durch Zerstäuben und Aufsintern einer gleichförmigen Mischung von Metall, Keramik und Oxid auf der Innenfläche des Synchronrings oder durch Flammgespritzen eines Reibungsfutters aus beispielsweise einem gesinterten Pulver mit 80 Gew.-% Pulvermetallwerkstoff und 20 Gew.-% nichtmetallischem Pulverwerkstoff auf die Innenfläche erhalten werden, nicht die Reibungs- und Antiverschleißseigenschaften, die den wachsenden Forderungen der Verbraucher entsprechen können. Weiterhin können nach diesen Verfahren hergestellte Synchronringe eine zu geringe Stärke aufweisen, wenn Metallbestandteile nicht gleichmäßig verteilt sind. Weiterhin kann die Qualität aufgrund lokaler Variationen der Zusammensetzung der aufgestäubten Schicht unzureichend sein. Oft werden Teilchen unvollständig in der Flamme gesintert oder werden während des Zerstäubens verstreut oder verspringen, wobei sie in der Oberflächenschicht des aufgestäubten Films eingeschlossen werden. Da solche Teilchen in bekannter Weise äußerst rauhe Bereiche auf der Oberfläche bilden, kann die Reibungseigenschaft sich im Laufe der Zeit leicht ändern. Lösen sich diese Partikel von der Oberfläche, führen sie in bekannter Weise zu einem Verschleiben unterschiedlicher Teile in der Kraftübertragung. Andererseits sind Versuche unternommen worden, die äußerst rauhen Bereiche durch Schleifen oder Bearbeiten der Oberfläche des aufgestäubten Films zu vermindern. Allerdings erhöht das Schleifen und zusätzliche Bearbeiten die Kosten und verschwendet Werkstoffe, wodurch der Ertrag bzw. die Ausbeute beeinflusst wird.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen kostengünstigen Synchronring von hoher Qualität bereitzustellen, der eine hohe mechanische Stärke mit ausgezeichneten Reibungs- und Antiverschleißseigenschaften aufweist. Weiterhin liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Synchronring bereitzustellen, der eine stabilisierte Qualität aufweist und der kein Schleifen oder Bearbeiten des aufgestäubten Films erfordert.

Diese und weitere Aufgaben der vorliegenden Erfindung werden dadurch gelöst, daß ein verbesserter Synchronring bereitgestellt wird, der selektiv synchron mit einem drehenden Gegenbauteil gleitet oder von diesem trennbar ist. Der erfindungsgemäße Synchronring ist aus einer eisenhaltigen, gesinterten Legierung gebildet, die im wesentlichen 0,2 bis 1,0 Gew.-% Kohlenstoff, 8,0 bis 15,0 Gew.-% Kupfer, 0,1 bis 7,0 Gew.-% wenigstens einer aus der folgenden Gruppe ausgewählten Komponente bestehend aus Chrom, Mangan, Molybdän und Phosphor, einem Rest Eisen und unvermeidlichen Verunreinigungen gebildet ist. Ein ungebundenes Kupfer ist in einer Matrix aus der gesinterten Legierung abgeschieden.

Im folgenden werden vorteilhafte Ausführungsbeispiele der Erfindung in Zusammenhang mit den in der Zeichnung beigefügten Figuren näher erläutert und beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines bekannten Synchronrings; und

Fig. 2 eine perspektivische Ansicht eines drehbaren, Planargleit-Reibungstestgerätes zur Bestimmung des Gleitreibungskoeffizienten für ein Beispiel gemäß der Erfindung.

Zuerst werden die Gründe für die prozentmäßigen Beschränkungen eines jeden Bestandteils des Synchronrings gemäß der Erfindung beschrieben.

Bei der vorliegenden Erfindung ist Kohlenstoff (C) in der gesinterten Legierung mit 0,2 bis 1,0 Gew.-% enthalten. Eine Einlagerung des Kohlenstoffs verbessert die Stärke und die Antiverschleißigenschaften des Synchronrings. Allerdings sind solche Verbesserungen nur bei 0,2 oder mehr Gew.-% von Kohlenstoff erkennbar. Andererseits, wenn der Kohlenstoffgehalt 1,0 Gew.-% übersteigt, nimmt die Zähigkeit des Rings ab und der Ring zeigt die Anlage das Gegenbauteil zu beschädigen. Deshalb wird Kohlenstoff im Bereich zwischen 0,2 Gew.-% und 1,0 Gew.-% zugesetzt.

Kupfer (Cu) ist in der gesinterten Legierung mit 8,0 bis 15,0 Gew.-% enthalten. Einlagerungen einer ungebundenen Kupferschicht verbessert die Bewegungsreibung. Kupfer wird in der Matrix festgelöst durch Diffusionsbeschichtung von pulverförmigem Kupfer auf Eisenpulver bei einer Temperatur oberhalb des Schmelzpunktes, wobei weggeschmolzene Poren zurückbehalten werden. Das heißt, vor Erreichen des Schmelzpunktes von Kupfer werden in den Pulvern winzige Poren gebildet. Nach Erreichen des Schmelzpunktes dringt geschmolzenes Kupfer in die winzigen Poren aufgrund der Kapillarwirkung ein, wodurch die weggeschmolzenen Poren erhalten werden. Da eine Matrix aus Kupfer/ α -Eisen (α Fe) maximal 8 Gew.-% Kupfer enthalten kann, wird sich eine ungebundene Kupferphase nur abscheiden, wenn nicht weniger als 8 Gew.-% Kupfer enthalten ist. Andererseits, wenn der Kupferanteil 15 Gew.-% übersteigt, verschlechtern sich die mechanischen Eigenschaften wie Stärke und Zähigkeit der gesinterten Legierung. Deshalb wird ein Kupferanteil von 8 bis 15 Gew.-% gewählt.

Einlagerungen von Chrom (Cr), Mangan (Mn), Molybdän (Mo) oder Phosphor (P) oder einer Kombination dieser Elemente verbessern die Stärke und Zähigkeit und ebenso die Antiverschleißigenschaften, wobei gleichzeitig die Härte erhöht wird. Allerdings muß der Gesamtanteil dieser Werkstoffe 0,1 Gew.-% oder mehr betragen, um diese Verbesserungen zu erhalten. Steigt andererseits der Gesamtanteil dieser Werkstoffe über 7 Gew.-%, ergibt sich keine weitere Verbesserung dieser Eigenschaften. Deshalb beträgt der Anteil dieser Werkstoffe 0,1 bis 7 Gew.-%.

Hinsichtlich der Porosität ist zu beachten, daß, je größer die Porosität ist, desto größer ist die Reibungskraft. Weiterhin, je niedriger die Porosität ist, desto besser sind die Antiverschleißigenschaften. Die Innenfläche, die im Reibungskontakt mit dem Konus steht, muß insbesondere eine hohe Reibungskraft aufweisen und ausgezeichnete Antiverschleißigenschaften haben. Folglich muß die Porosität so gewählt werden, daß die gegensätzlichen Anforderungen an Reibungskraft und Antiverschleißigenschaft ausgeglichen werden. Eine Verminderung der Porosität auf weniger als 3% des Gesamtvolumens verschlechtert die Reibungskraft erheblich. Nimmt die Porosität über 8% des Gesamtvolumens zu, sinken die Stärke und die Antiverschleißigenschaften. Daher wird eine Porosität im Bereich von 3 bis 8% des Gesamtvolumens gewählt.

Im folgenden werden verschiedene spezifische Beispiele gemäß der Erfindung beschrieben.

Es wurden Graphitpulver, Kupferpulver und ein Pulver einer Fe-Cr-Mn-Mo-P-Legierung (Cr: 1,10%, Mn: 0,63%, Mo: 0,32%, P: 0,20%, Rest Eisen) vorbereitet, wobei die Teilchengröße eine Siebfeinheit von 150 oder weniger aufwies. Diese Bestandteile wurden mit den in Tabelle 1 dargestellten Mengen gemischt, um Beispiel 1 und Beispiel 2 in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung und ein Vergleichsbeispiel zu erhalten. Nach Mischen unter Normalbedingungen wurde die Pulvermischung in ein Pulverkompaktum bei 6 t/cm² preßgeformt. Das Pulverkompaktum wurde in zersettem Ammoniakgas bei einer vorbestimmten Temperatur innerhalb des Bereichs von 1000 bis 1200° C für 80 Min. gesintert, um ein gesintertes Kompaktum aus im wesentlichen den in Tabelle 1 dargestellten Materialien zu bilden.

Tabelle 1

Zusammensetzung der gesinterten Gemische

Gemischanteil (in Gewichts-%)

	C	Cu	Cr	Mn	Mo	P	Fe*
Beispiel 1	0,6	10,0	1,0	0,6	0,3	0,2	Rest
Beispiel 2	0,6	15,0	1,0	0,6	0,3	0,2	Rest
Vergleichsbeispiel	0,6	5,0	1,0	0,6	0,3	0,2	Rest

*enthält Verunreinigungen der gesamten Mischung

Wie der Tabelle 1 zu entnehmen ist, wurden die Bestandteile in gleichen Mengen für das Beispiel 1, Beispiel 2 und das Vergleichsbeispiel, ausgenommen für Kupfer, mit den dargestellten Gew.-% gemischt. Das heißt, Beispiel 1 enthielt 10 Gew.-% Kupfer, Beispiel 2 enthielt 15 Gew.-% Kupfer und das Vergleichsbeispiel enthielt 5 Gew.-% Kupfer.

DE 43 40 758 A1

Die Reibungseigenschaften des gesinterten Körpers wurden auf die folgende Weise bestimmt.
Die Reibungseigenschaften wurden durch Messung des Reibungskoeffizienten unter den unten beschriebenen Bedingungen gemessen, wobei ein drehbares Planargleit-Reibungstestgerät nach Fig. 2 verwendet wurde.

Testbedingungen

Andrucklast: 25 Kgf, 80 Kgf
Gleitgeschwindigkeit: 1 m/s
Andruckzeit: 0,2 s
Schmieröl: 75 W-90 (Zahnradöl oder Mineralöl nach dem SAE-Standard)
Öltemperatur: 55°C
Rate der Ölzufuhr: 0,04 l/Min.

Material des Gegenbauteils

SCr420 [Oberflächenhärte (Hv) 580] bestimmt als JIS G 4104 mit C: 0,18—0,23, Si: 0,15—0,35, Mn: 0,60—0,85, P: nicht mehr als 0,030, S: nicht mehr als 0,030, Cr: 0,90—1,20, Fe: Rest

Fig. 2 zeigt ein schematisches Diagramm zur Darstellung eines drehbaren, Planargleit-Reibungstestgerätes zur Messung des Reibungskoeffizienten eines Synchronringsprobenkörpers 11, wobei der Probenkörper 11 mit einem vorbestimmten Druck (P) für eine bestimmte Zeit auf eine rotierende Oberfläche des Gegenbauteils 12 aufgedrückt wird. Das Gegenbauteil 12 dreht sich mit einer bestimmten Geschwindigkeit.

Der Gleitreibungskoeffizient von Eisen enthaltenen, gesinterten Legierungen gemäß des ersten und zweiten Beispiels und des Vergleichsbeispiels ist in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2

Reibungseigenschaften

	Rate von ungebundenen Cu (% Fläche)	Porosität (% vol.)	Gleitreibungskoeffizient (μ) Andrucklast 25 Kgf 80 Kgf	
Beispiel 1	5,0	3,0	0,100	0,110
Beispiel 2	8,0	6,0	0,110	0,120
Vergleichsbeispiel	0,0	3,0	0,045	0,095

Wie sich eindeutig aus Tabelle 2 ergibt, war der Gleitreibungskoeffizient des Synchronringprobenkörpers gemäß der Erfindung stabil unter einer Andrucklast sowohl von 25 Kgf, d. h. bei langsamer Synchronisierung, und auch bei 80 Kgf, d. h. bei schneller Synchronisierung. Allerdings ist der bei dem Vergleichsbeispiel festgestellte Gleitreibungskoeffizient bei 25 Kgf (langsamer Synchronisierung) nur halb so groß wie der bei 80 Kgf (schneller Synchronisierung) beobachtete Wert, was auf eine instabile Synchronisationseigenschaft insbesondere bei langsamer Synchronisierung hinweist.

Der prozentmäßige Anteil des Oberflächenbereichs von ungebundenem Kupfer betrug 3 bis 8% bei einem Kupferanteil von 10 Gew.-% und 5 bis 10% bei einem Gewichtsanteil von Kupfer von 15 Gew.-%. Ungebundenes Kupfer, Bainit- und Perlit-Phasen koexistierten in der Matrix. Die Matrixhärte (HV 0,1, wobei "0,1" eine MikroVickers-Härte mit einer Last von 100 g impliziert) der Bainit-Phase beträgt 560 bis 640. Die Matrixhärte (HV 0,1) der Perlit-Phase beträgt 310 bis 350. Die Phase des ungebundenen Kupfers ist weicher als die vorangehenden Phasen mit einer Härte (HV 0,1) von 120 bis 160. Daraus ist ersichtlich, daß die Phase ungebundenen Kupfers ein weiches Material darstellt zur Stabilisierung der Reibungseigenschaft in dem sich ergebenden Reibungsbauteil.

Falls es notwendig ist, kann die Phase ungebundenen Kupfers unter Verwendung einer auf Kupfer basierenden Legierung wie Cu-Zn und Cu-Sn abgeschieden werden.

Die vorliegende Erfindung stellt folglich einen Synchronisiererring mit stabilen Reibungseigenschaften und stabiler Qualität ohne Bilden einer aufgestäubten Schicht und ohne Schleifen und Nachbearbeiten der aufgestäubten Schicht dar. Weiterhin stellt die vorliegende Erfindung einen Synchronring bereit, der eine ausgezeichnete Synchrondrehung und Trennung relativ vom Konus durchführen kann.

DE 43 40 758 A1

Verschiedene Änderungen und Modifikationen der im vorangehenden im Detail anhand von speziellen Ausführungsbeispielen dargestellten Erfindung sind innerhalb des Schutzzumfangs möglich.

Patentansprüche

1. Ein Synchronring, welcher selektiv synchron mit einem drehenden Gegenbauteil gleitet bzw. von diesem trennbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Synchronring aus einer auf Eisen basierenden, gesinterten Legierung hergestellt ist, die aus im wesentlichen 0,2 bis 1,0 Gew.-% Kohlenstoff, 8,0 bis 15,0 Gew.-% Kupfer, 0,1 bis 7,0 Gew.-% wenigstens eines Bestandteils der folgenden Gruppe bestehend aus Chrom, Mangan, Molybdän und Phosphor, und im übrigen aus Eisen und unvermeidbaren Verunreinigungen gebildet ist, wobei ungebundenes Kupfer in einer Matrix der gesinterten Legierung abgeschieden ist. 5
2. Synchronring nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Porosität der gesinterten Legierung 3 bis 8% des Volumens beträgt. 10

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 2

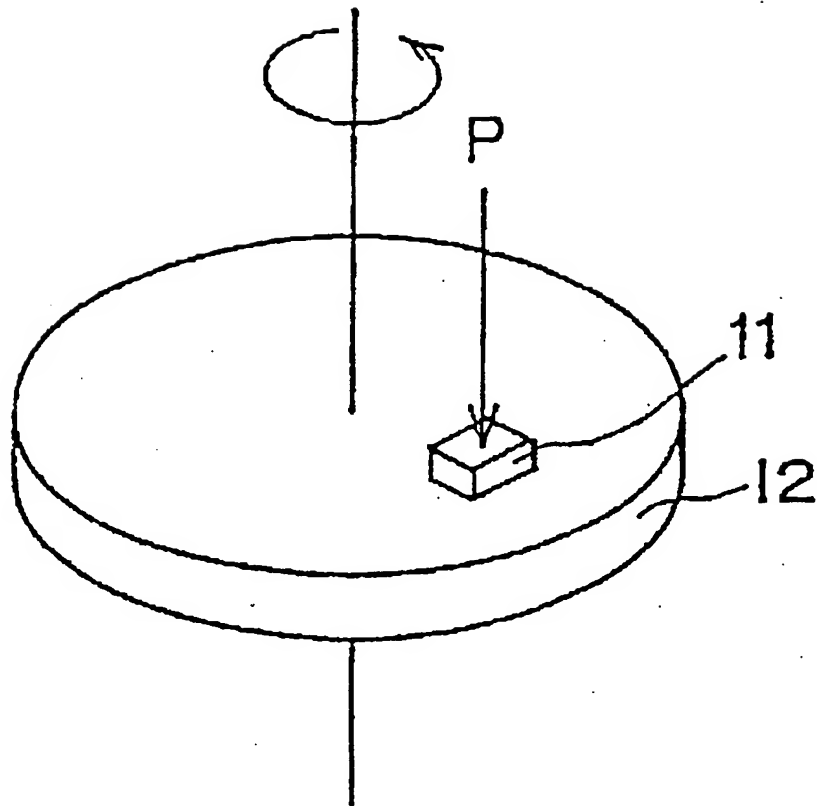
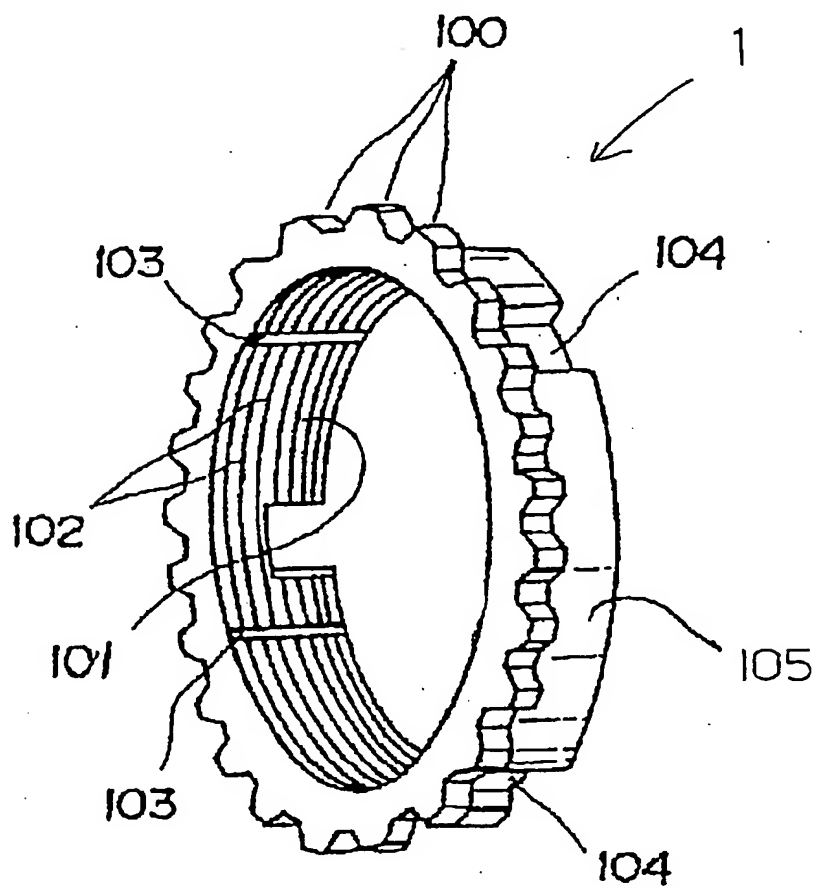


Fig. 1



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.